Gericht.

1880 VII.
Med. I.
Lane Medical Library

Die subpleuralen Ecchymosen beim Erstickungstode.

Abhandlung,

welche

zur Erlangung der venia legendi

für gerichtliche Medicin

unter Zustimmung der med. Facultät zu Kiel

geschrieben hat

Dr. med. Bernhard Rheder,

zweiter Gerichtsarzt.

Kiel.

Druck von C. F. Mohr (P. Peters).

1880.

Zum Druck genehmigt:
Dr. Flemming,
z. Zt. Dekan.

Die subpleuralen Ecchymosen beim Erstickungstode.

Mit dem Namen der subpleuralen Ecchymosen [1]) bezeichnet man bekanntlich kleine und kleinste Blutextravasate, welche an den Organen der Brusthöhle und zwar peripherisch unter den dieselben überkleidenden serösen Häuten (pleur. pulmonal., costal. und diaphragmatica, visceralem und parietalem Theil der das Herz und den Ursprung der grossen Gefässe bedeckenden serösen Membranen, bei Neugebornen auf der Thymusdrüse) unter gewissen Voraussetzungen, wie z. B. nach voraufgegangener Erstickung, gefunden werden. [2]) Die Anzahl der vorhandenen Blutaustretungen variirt von einzelnen hie und da an der Oberfläche verstreuten Flecken bis zu einer derartigen Menge, dass die betreffenden Organe das Aussehen bieten, als seien sie mit bläulich-violetter Flüssigkeit bespritzt worden.

---

[1]) Petechialsugillationen (Skrzeczka) punktförmige Ecchymosen (Limau) Tardieu's Flecke (Lukomsky Ssabinsky) Ecchymoses ponctuées (Franz. Autoren.)

[2]) Auch in der Schleimhaut des Kehlkopfs und der Luftröhre, unter der Milzkapsel, der Nierenkapsel am Mesenterium, dem serösen Ueberzuge des uterus (Skrzeczka) ferner an der Magenschleimhaut und der dura mater (Hoffmann) an Leber, Därmen, Harnblase (Casper Limau) sind Erstickungs-Ecchymosen beobachtet worden. Das Vorkommen derselben an diesen Organen steht aber durchaus in keinem Verhältnisse zu dem an den Brusteingeweiden gefundenen; ich habe deshalb auch bei den nachfolgenden Untersuchungen dieselben ausser Acht lassen zu können geglaubt.

Die Form ist in der Regel die eines mehr minder grossen Punktchens, in seltenen Fällen combinirt sich damit die streifenartige und flächenhafte Ausbreitung unter dem Bilde der blutigen Suffusion (vergl. weiter unten die Experimente Nr. 6 und 7); die Grösse schwankt zwischen der eines Flohstichs und der eines Hirsekorns bis zu der einer Linse. In Betreff des Sitzes wurde schon bemerkt, dass sie sich fast ausnahmslos in dem subserösen Bindegewebe finden[1]; mit Beziehung auf die einzelnen Organ-Abschnitte dürften die Hinterflächen der Lungenlappen, sowie die Incisuren zwischen denselben als Prädilectionsstellen anzusehen sein. Die Färbung der Fleckchen pflegt meistens eine bläulich-violette zu sein, in einzelnen Fällen eine mehr purpurartige; entfernt man vorsichtig den serösen Ueberzug, so stösst man in der Regel auf ein Tröpfchen dunkeln, flüssigen Blutes, welches sich durch einen schwachen Wasserstrahl leicht abspülen lässt[2].

Nach Schwartz (die vorzeitigen Athembewegungen) sind die subpleuralen Ecchymosen zuerst von Röderer im Jahre 1753 beschrieben worden. Später beschäftigten sich Bernt (1828) Bayard (1847) mit dieser Erscheinung; die Aufmerksamkeit der Geburtshelfer (Michaelis, Schwartz, Hecker, Hohl u. A.) wurde durch das ausserordentlich häufige Auftreten derselben bei erstickten Neugebornen darauf hingelenkt; den Gerichtsärzten wurde die Beachtung des Gegenstandes u. A. durch Casper, welcher diesen Befund als bei erstickten kleinen Kindern sehr oft vorkommend erwähnt, ohne sich an dieser Stelle (Gerichtliche

[1] In einzelnen Fällen ist das darunter liegende Lungengewebe an dem Processe nach Art kleiner Infarcte mitbetheiligt, wie dies Hoffmann (Lehrbuch der gerichtl. Medicin) hervorhebt und ich ebenfalls bei einigen meiner Versuchsthiere gefunden habe.

[2] Maschka (Prager Vierteljahrsschrift 1859) will allerdings häufiger ein geronnenes Blutklümpchen gefunden haben.

Leichenöffnungen, 1. Hundert 3. Auflage, 1853 S. 84) über die Entstehungsweise derselben weiter auszulassen, nahe gelegt. Seit dieser Zeit sind die Ecchymosen der innern Organe und ihre diagnostische Verwerthung für den Erstickungstod das Object häufiger Untersuchungen und Beobachtungen geworden und sind über die Art und Weise ihrer Entstehung, sowie über ihre Bedeutung für die Pathologie, besonders auch für die gerichtsärztliche Praxis eine Reihe von Ansichten zu Tage getreten, auf welche später noch zurückzukommen sein wird.

Fragen wir nach der Häufigkeit der besprochenen Blutflecken beim Erstickungstode im Allgemeinen, so finden wir nach den darüber gemachten Beobachtungen und Zusammenstellungen, dass zunächst das früheste Kindesalter als besonders disponirt erscheint. Skrzeczka[1]) fand sie hier in 74.1 %, bei Erwachsenen dagegen nur in 17.1 % aller Erstickten, bei Todtgebornen immer. Schwartz (l. c. S. 231) traf dieselben constant bei während und unmittelbar nach der Geburt gestorbenen Früchten. Die Autoren sind sich darüber völlig einig, dass die Dünnwandigkeit der kindlichen Capillaren die nächstliegende Veranlassung zu dieser Erscheinung bildet. Wie ich bereits kurz erwähnte, nehmen unter allen innern Organen die in der Brusthöhle gelegenen, und unter diesen wieder die Lungenpleura betreffs der Häufigkeit des Vorkommens von Ecchymosen den ersten Platz ein[2]), so dass man diese, wie auch der gebräuchliche Name andeutet, gradezu als Prototyp des Befundes ansehen kann.

Das Resultat, welches von den Schriftstellern in Betreff

---

[1]) Zur Lehre vom Erstickungstode. Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin N. F. Band VII S. 187.

[2]) Nach Skrzeczka in 49,2 %, nach Maschka unter 26 Fällen 21 mal.

der Frequenz des Auftretens von Ecchymosen beim Erstickungstode und ihre muthmaassliche Entstehungsweise gewonnen wurde, war das Ergebniss von Sectionen, welche dieselben theils als Aerzte an grösseren Gebäranstalten, theils als Gerichtsärzte in grossen Städten auszuführen Gelegenheit hatten. Doch wurde auch der Weg des Thierexperiments betreten, um auf diese Weise der Lösung der Frage näher zu treten. Schwartz (l. c.) welcher an Kaninchen experimentirte, richtete allerdings sein Hauptaugenmerk auf den Verlauf der Erstickung während der vorzeitigen Athembewegungen, welche bei Unterbrechung der Circulation in der Nabelschnur entstehen, indem er die Thiere im aufgeschnittenen Uterus beobachtete, hat indessen an verschiedenen Stellen seines bekannten und berühmten Buches auch seine Ansicht über die Ecchymosen ausgesprochen. Directen Bezug auf dieselben nehmen eine Anzahl von Experimenten, welche Lukomsky[1]) an Hunden und Katzen anstellte.

Ich habe nun ebenfalls an Hunden Versuche mit Bezug auf das Vorkommen subpleuraler Ecchymosen bei der Erstickung, welche ich auf verschiedene Art bewirkte, angestellt, und bemerke hier gleich im Vorwege, dass ich, bei einer Anzahl von 15 Versuchen in 8 Fällen, also in 53·5%, das Auftreten derselben zu beobachten Gelegenheit hatte.

Es war begreiflich, dass, nachdem man angefangen hatte, auf die Ecchymosen als ein relativ häufiges Vorkommniss beim Erstickungstode Acht zu geben, man sich die Frage vorlegen musste, ob etwa ihr Auftreten an bestimmte Formen und Arten der Erstickung gebunden sei, um daraus eventuell weitere Schlüsse zu ziehen. Des fast

---

[1]) Tardieu's Flecke der Erstickung. Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin, Bd. XV, Heft 1, S. 58.

constanten Vorhandenseins derselben bei kleinen Kindern, welche entweder schon vor der Geburt durch Unterbrechung der Circulation in der Nabelschnur (directe intrauterine Erstickung) oder unmittelbar nach der Geburt durch Verschluss der Respirationsöffnungen und obern Luftwege gestorben waren, wurde bereits Erwähnung gethan und der muthmassliche Grund dafür angegeben. In Betreff der Erwachsenen stimmen alle Angaben darin überein, dass der Befund von Ecchymosen keiner bestimmten Erstickungsform unter allen Umständen allein zukommt. Sowohl beim Tode durch Strangulation (Erhängen [selten], Erwürgen, Erdrosseln), beim Verschluss der äussern Respirationsöffnungen und der Respirationscanäle (häufiger) sowie beim Ertrinken (selten) bei Compression von Brust und Bauch (Ssabinsky [1]) Lukomsky [2]), also bei allen Arten der mechanischen Behinderung des Lufteintritts in die Athmungsorgane werden Ecchymosen gefunden und — vermisst; aber auch bei heftigen, mit dem Tode endigenden Erschütterungen des Körpers (z. B. Sturz aus einer Höhe), ferner bei Vergiftungen (z. B. mit Blausäure [3]) giftigen Schwämmen, Phosphor, Chloroform u. s. w. Maschka) überhaupt bei allen möglichen Todesarten nach acuten und chronischen Erkrankungen, namentlich wenn die letzte Ursache Erstickung war [4]) ist das Auftreten von Ecchymosen beobachtet worden. Wir sehen hieraus also, dass der erwähnte Sectionsbefund durchaus nicht einer bestimmten Erstickungsform eigenthümlich ist und es ist nach allen darüber angestellten Beob-

[1]) Die gerichtlich medicinische Bedeutung der Tardieu'schen Flecke beim Suffocationstode. Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin. N. F. Bd. VII.

[2]) l. c.

[3]) Vgl. Hoffmann (Lehrb. d. gerichtl. Medicin) wo dieser Todesart als möglicherweise durch Erstickung bewirkter erwähnt wird.

[4]) Limau. Ueber die forens. Bedeutung der sog. punktförmigen Ecchymosen. Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin Bd. XIX.

achtungen und Untersuchungen begreiflich, wenn man über die Ansicht des kürzlich verstorbenen Tardieu [1]), welcher das Auftreten der Ecchymosen lediglich der Erstickung im engern Sinne (durch Verschluss der Respirationsöffnungen) vindiciren wollte und daraus für die gerichtsärztliche Praxis folgenschwere Schlüsse zog, endgültig zur Tagesordnung übergegangen ist. —

Nach diesen mehr einleitenden Bemerkungen, wende ich mich meiner eigentlichen Aufgabe zu, der Untersuchung nämlich, welche Bedingungen müssen vorhanden sein, um bei der Erstickung subpleurale Ecchymosen hervorzurufen, in welchen Fällen sind wir berechtigt, dieselben zu erwarten, in welchen wiederum nicht? Dass hierbei die Art und Weise, wie die Erstickung bewirkt wurde, nicht in Betracht kommt, haben wir soeben gesehen. Wir können ebensogut bei einem Erhängten, bei einem Ertrunkenen, trotz des von Tardieu behaupteten Nichtvorkommens bei diesen Todesarten, Ecchymosen (wenn auch seltener) finden, als wir sie in den Leichen solcher, welche durch directen Verschluss der Respirationsöffnungen ums Leben kamen, vermissen [2]).

Bevor ich indessen meine Ansicht über die wahrscheinlichsten Bedingungen, welche zur Erzeugung der besprochenen Extravasationen bei Erstickung vorhanden sein müssen, näher darlege, muss ich auf ältere Ansichten, welche zum Theil auch bei jetzigen Autoren noch Geltung haben, zurückgehen. Ausgehend von den Beobachtungen an Neugeborenen, welche intrauterin erstickt waren, betrachtete man die Ecchymosen als Circulationsstörungen, welche durch die heftigen Pressungen, welche der kind-

[1]) Etude médico-légale sur la pendaison, la strangulation et la suffocation. Paris 1870.

[2]) Vgl. die reichhaltige Casuistik bei Casper-Limau, gerichtl. Medicin, Thanatologischer Theil.

liche Körper während langdauernder Geburten ausgesetzt war, entstanden waren. Sie würden also unter diesen Voraussetzungen einfache Analoga der auch in anderen Gefässgebieten des Körpers nach heftigen Compressionen beobachteten Blutaustretungen darstellen und es wurde gerade die peripherische Belegenheit der Ecchymosen im subpleuralen Bindegewebe als ein Beweis für diese Art ihrer Entstehung angesehen; ebenso war man geneigt, den Umstand, dass die Ecchymosen auch an Lungen gefunden wurden, welche kein Zeichen einer stattgehabten Athmungsthätigkeit zeigten, sich also in fötalem Zustande befanden, auf Rechnung der energischen Compression des Kindeskörpers während der Geburt zu setzen.

Indess wurde durch die Beobachtungen von Hecker [1]) u. A., sowie namentlich durch die bahnbrechenden Untersuchungen von Schwartz [2]) welcher auch an trächtigen Kaninchen experimentirte, die Erklärung des uns beschäftigenden Gegenstandes auf einen andern Weg gewiesen. Namentlich von dem letztgenannten Schriftsteller wurde, hauptsächlich auf Grund seiner Thierversuche, die zur bleibenden Geltung gelangte Thatsache festgestellt, dass durch Störung der Blutcirculation in den Bahnen welche den Verkehr zwischen Mutter und Kind vermitteln, sei es in Folge von Compression der Blutgefässe des Uterus während energischer Contractionen desselben, sei es durch eine vorzeitige Lösung der placenta oder durch Druck auf die Nabelschnur, instinctive Athembewegungen ausgelös't wurden, welche wiederum durch den Sauerstoffmangel, welchen der kindliche Organismus auf diese Weise nothwendig erleiden musste, bedingt waren. Diese Athem-

[1]) Verhandlungen der geburtshülfl. Gesellschaft, 1853, 7. Heft.
[2]) l. c.

bewegungen stellten nun entweder sehr oberflächliche, mehr schnappende Inspirationen dar oder sie waren auch energischere und tiefere Einathmungen, durch welche dann Theile des umgebenden Fruchtwassers in die Lungen hineingezogen wurden, so einen intrauterinen Erstickungstod darstellend. Bei dieser Gelegenheit wurde nun häufig das Auftreten von Sugillationen unter der pleura [1]) beobachtet und es lag ausserordentlich nahe, dieselben als einen Effect der eingetretenen Erstickung anzusehen. Man dachte sich nun den Vorgang in der Weise, dass bei derartigen fruchtlosen Athembewegungen, bei denen also während der Inspiration (entweder weil in ungeeignetem Medium geathmet wurde, wie beim ungebornen Kinde, oder weil beim neugebornen ein die Respirationsöffnungen verlegendes Hinderniss vorhanden war) keine atmosphärische Luft in die Lungen dringen konnte, durch die Erweiterung des Brustkorbes nur ein vermehrtes Zuströmen von Blut zu den hier liegenden Organen stattfände; bei solchen Lungen, welche bereits mit Luft erfüllt gewesen waren, wurde diese bei der beschriebenen Einathmungsthätigkeit verdünnt, also ein negativer Druck innerhalb der Brusthöhle hergestellt, in Folge dessen die Blutmasse gegen die peripherischen Lungenpartien durch Zug gewissermassen angesogen und Austritt von Blut aus den Gefässen veranlasst wurde. Man kann diese Art der Entstehung von Ecchymosen sehr passend mit der Wirkung vergleichen, welche ein auf die äussere Haut aufgesetzter Schröpfkopf hier hervorruft. Dieser Anschauung, welcher namentlich Krahmer [2]) Ausdruck gegeben, musste in der That als

[1]) Falk (Ueber den Tod im Wasser, Virchow's Archiv Band 47, I) findet die Ecchymosen bei Früchten, welche durch Aspiration von Geburtsflüssigkeit intrauterin erstickt sind, sehr selten.

[2]) Handbuch der gerichtlichen Medicin.

eine sehr bestechende erscheinen und diejenigen Schriftsteller, welche vor 20—30 Jahren sich mit diesem Gegenstande beschäftigten, zögerten auch nicht, sie zu der ihrigen zu machen. So sagt z. B. Schwartz [1]): »diese Erscheinungen« (nämlich peripherische Ecchymosirung der Brustorgane) »vorzugsweise auf die Schröpfkopfwirkung der vorzeitig erweiterten Thorax zu beziehen, trage ich kein Bedenken«. Auch in dem verbreitesten Lehrbuche der gerichtlichen Medicin, dem von Casper, findet sich noch in der neusten (der 6.) Auflage [2]) die Entstehung der Ecchymosen durch diese Ansaugungstheorie erklärt und mit der Wirkung des Junod'schen Schröpfstiefels verglichen. Erstgenannter Autor fügt freilich dem vorhin citirten Satze das Folgende unmittelbar hinzu: »Allerdings gelang es mir nicht, eine theoretisch als nothwendig sich ergebende Gradation derselben, je nachdem eine reichliche oder spärliche Anfüllung der Luftwege mit aspirirten fremdartigen Flüssigkeiten vorhanden war oder fehlte, thatsächlich festzustellen; auch übertraf die Hyperämie der Brustorgane keineswegs in allen Fällen die Blutfülle der Kopf-, Rückenmarks- und Unterleibshöhle und häufig fanden sich peripherische, punktförmige Ecchymosen überall in der Leiche. Wiewohl somit auf Grund dieser Umstände, sowie mit Rücksicht auf die thatsächlich erwiesene Theilnahme der foetalen Pulmonalgefässe an der Circulation die Mechanik der Geburtspresse als ein möglicher und theilweise auch als ein wirklicher directer Factor der in Rede stehenden Congestionen und Extravasate betrachtet werden darf, so muss dennoch Krahmer's geistreiche Deutung ihrer Entstehung als die richtigste angenommen werden, nicht

[1]) l. c. S. 231.
[2]) Band II. S. 608.

weil sie die einzig mögliche, sondern weil sie die nächstliegende ist.

Es musste in der That auffallen, dass, wo die Bedingungen (die Richtigkeit der erwähnten Theorie vorausgesetzt) zur Entstehung der Ecchymosen so deutlich vor Augen lagen, in einer beträchtlichen Anzahl von Leichen durch Erstickung Gestorbener trotzdem dieser Befund vermisst wurde. Denn in vielen Fällen von vollkommenem Luftabschlusse, wo doch sicherlich die energischsten Athemanstrengungen zugegen gewesen sein und die kräftigsten Ansaugungen von Blut gegen die Peripherie hin stattgefunden haben mussten, fand man keine Ecchymosen, während hinwiederum bei unvollkommener Absperrung der Luft, wo also immerhin eine wenn auch nur ungenügende Menge Sauerstoff zu den Lungen dringen konnte, dieselben in der schönsten Entwickelung angetroffen wurden. Ebensowenig kann man in jenen Fällen, wo, ohne dass durch Verschluss der Respirationswege die Sauerstoffzufuhr ganz aufgehoben war, wie z. B. beim Ersticken in Rauch oder dergl. Ecchymosen gefunden wurden, die erwähnte Entstehungsweise zur Erklärung heranziehen. Wie soll man sich endlich diejenigen Ecchymosen entstanden denken, welche, ausser an den Brustorganen, am Peritonealüberzuge der Unterleibseingeweide oder gar innerhalb der Schädelhöhle, an der dura mater beim Erstickungstode vorkommen? Man kommt eben mit der einfachen mechanischen Theorie nicht aus, es müssen noch andere Ursachen mitwirkend sein, welche wir den übrigen den Erstickungstod begleitenden Vorgängen zu entnehmen haben.

Die genaue Analyse aller derjenigen Erscheinungen, welche den Tod durch Erstickung begleiten, verdanken wir

[1]) Limau, l. c.

zunächst den unter Zugrundelegung zahlreicher sorgfältiger Thierexperimente angestellten Untersuchungen von Traube. Die diesen Gegenstand behandelnden Arbeiten, welche seit 1846 in einzelnen Fachzeitschriften erschienen, sind bekanntlich in einem grösseren Werke [1]) zusammengefasst und 1871 herausgegeben worden. Die in diesen Arbeiten niedergelegten Wahrnehmungen und daraus gezogenen Schlussfolgerungen bilden jetzt zum grössten Theil die Basis der modernen Anschauungen in Betreff dieses Gegenstandes. Der Verfasser weis't hier nach, dass es beim Tode durch Erstickung vor Allem die im Blute zurückgehaltene und sich anhäufende Kohlensäure ist, welche, indem sie als giftiges Agens zunächst Reizungs- dann Lähmungserscheinungen in bestimmten Gebieten des Centralnervensystems hervorruft, die Veranlassung zu den während des Lebens und nach dem Tode wahrgenommenen Symptomen wird. [2]) Diejenigen Systeme des Körpers, welche bei der erwähnten Todesart vor Allem in Mitleidenschaft gezogen werden, sind das der Respiration und das der Circulation. Wie die Kohlensäure es ist, welche schon beim Neugebornen, sowie es den Körper der Mutter verlässt, das lebhafte Bedürfniss nach Sauerstoff erweckt und an der Entstehung des ersten Athemzuges einen wesentlichen Antheil nimmt, so ist es dieselbe Substanz, welche, wenn die einmal in Gang gebrachte Athmung wieder unterbrochen oder aufgehoben wird, die ganze Reihe jener Erscheinungen am Respirations- und Circulationsappa-

[1]) Gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie.

[2]) Auf die Streitfrage hier näher einzugehen, ob die im Blute zurückgehaltene CO^2 es ist oder nach Pflüger (Archiv für die gesammte Physiologie Band I) der Mangel an Sauerstoff, welcher die Reizungserscheinungen hervorruft, dazu liegt meines Erachtens keine Veranlassung vor. Ich meinerseits neige mehr der Traube'schen Auffassung zu.

rate hervorruft, welche unter dem Namen der »dyspnöetischen« uns bekannt sind. Die beschleunigte Respiration, die gewaltigen Athemanstrengungen, die krampfhaften Zusammenziehungen der Exspirationsmuskeln, welche sich so oft mit Convulsionen der übrigen Körpermusculatur verbinden, die inzwischen auftretenden Athempausen sind das Resultat der irritirenden Einwirkung, welche die Kohlensäure auf das in der medulla oblongata gelegene Centrum ausübt, durch dessen Vermittelung die Athembewegungen überhaupt angeregt werden.

In nicht geringerem Maasse erweiset sich die Kohlensäure als heftiger Reiz für den Circulationsapparat. Die Einwirkungen derselben auf das Herz und die Blutgefässe werden in derselben Weise hervorgerufen, indem zwei wichtige im verlängerten Mark gelegene Gebiete gereizt werden, einerseits das Vaguscentrum, welches seine Erregung durch Verlangsamung des Pulsschlages kundgiebt, andererseits das sogenannte vasomotorische Centrum, dessen Existenz von v. Bezold, Ludwig und Thiry nachgewiesen wurde [1]), welches die motorische Thätigkeit der musculösen Blutgefässwandungen regelt. Man weiss, dass durch Reizung dieses Centrums, eine energische Contraction der Körperarterien (bei den kleinsten Aesten selbst bis zum völligen Verschwinden ihres Lumens) hervorgerufen wird. Als einen solchen Reiz können wir auch hier wiederum die bei der Erstickung im Blute sich anhäufende Kohlensäure ansehen, durch deren Einwirkung Contraction der kleinsten Arterien und davon abhängige Ausdehnung der linken Herzhälfte hervorgerufen wird, wie dies direct von Ludwig und Thiry beobachtet worden ist [2]). Natur-

[1]) Traube, l. c. Band I, S. 449.

[2]) Ludwig und Thiry. Ueber den Einfluss des Halsmarks auf den Blutstrom. Academie der Wissenschaft zu Wien, Sitzung vom 18. Februar 1864.

gemäss muss unter solchen Verhältnissen, wo an den kleinsten arteriellen Gefässen eine derartige Verengerung ihres Lumens entsteht, zugleich eine beträchtliche Erhöhung des Blutdrucks sich geltend machen, welche dann schliesslich bis zur Berstung der Gefässwandung und Extravasation von Blut in das umgebende Gewebe sich steigern kann. Mit Beziehung auf den uns beschäftigenden Gegenstand, sind derartige Experimente auch bereits von Falk (l. c. pag. 62) und später von Lukomsky angestellt worden; Letzterer fand die Erhöhung des Blutdrucks während der Erstickung durch directe Messung, leitete auch folgerichtig das Auftreten der subpleuralen Ecchymosen von dieser Drucksteigerung ab, ohne dagegen des vasomotorischen Centrum und seines Einflusses auf die Gefässmuskeln eingehender zu erwähnen, wie dies von Falk in der erwähnten Arbeit über den Ertrinkungstod geschieht.

Was nun den Verlauf der Erstickung anlangt, so kann man im Allgemeinen zwei Formen desselben unterscheiden. Einmal diejenige Form, wo die Luft von den Athmungsorganen vollständig abgeschlossen wird, andererseits diejenige, wo man die Luft allmählig entzieht und dadurch die Dauer des Processes verlängert. In Betreff der ersten Form können wir nach den Angaben von Falk und später von Högyes [1]) vier Stadien unterscheiden, das der inspiratorischen Anstrengung, das der exspiratorischen, mit Krämp-

---

Thiry. Ueber das Verhalten der Gefässnerven bei Störungen der Respiration. Medicin. Centralblatt 1864 Seite 722.

Was übrigens die Convulsionen betrifft, so üben sie insofern ihren Einfluss auf die Erhöhung des Blutdrucks im Innern aus, als sie einestheils durch Verengerung einer Menge von Gefässen das Blut im Innern des Körpers anhäufen, andererseits eine Quelle zur Vermehrung der Kohlensäure abgeben, welche dann in der angegebenen Weise auf das Centralnervensystem wirkt.

[1]) Experimentelle Beiträge über den Verlauf der Athmungsbewegungen während der Erstickung. Archiv für experimentelle Pathologie. Band V. S. 86.

fen sowohl der Athmungs- wie der übrigen Körpermuskeln verbundenen Dyspnoe, das Stadium eines mehrere Secunden dauernden Stillstandes, schliesslich das der terminalen Respirationen mit activer In- und passiver Exspiration. Die Dauer dieser Erstickungen beträgt 3—4 Minuten. In das zweite Stadium, dasjenige der krampfhaften Exspirationen, fällt die Reizung des vasomotorischen Centrums und mit ihr die Erhöhung des Blutdrucks im arteriellen Stromgebiete, welche wiederum zur Extravasation des Blutes führt. Zugleich finden wir in dieser Periode die Reizung des Vagusursprungs, welche sich durch die Verlangsamung der Herzschläge kundgiebt. Je länger dieses Stadium dauert und je intensiver die in demselben entwickelten Erscheinungen sich zeigen, desto eher dürfen wir das Auftreten von Ecchymosen erwarten.

Ich lasse nun die Versuche, welche ich angestellt habe, der Reihe nach folgen und werde nachher die daraus sich ergebenden Schlüsse ziehen.

Versuch 1 am 10. April. Schwarzgelber, halbjähriger, langhaariger Hund. Ich versuche, den Hals des Thieres mit einem Stricke zuzuschnüren, dem dann weil selbst beim festesten Anziehen noch Luft eintritt, ein Knebel untergeschoben wird. Da auch jetzt noch Luft in die Lungen dringt, so wird um

5 Uhr 32 Minuten das Thier in einer festgeknüpften Schlinge an der Wand aufgehängt.
5 » 35 Die Convulsionen beginnen (sehr unbedeutend).
5 » 40 52 Herzschläge in der Minute.
5 » 42 44 » »
5 » 45 Pupillen sehr stark erweitert. Abgehen von Koth und Harn.
44 Herzschläge.

5 Uhr 46 Minuten Der Herzschlag hebt sich noch einen Augenblick auf 60 Schläge.
Tod des Thieres.

Section. Herzkammern, namentlich die rechte, mit dunklem Blute prall gefüllt. Lungen hellzinnoberroth, zusammengefallen. Keine Ecchymosen. Dauer der Erstickung = 14 Minuten.

Versuch 2 am 16. April. Halbjähriger schwarzweisser, langhaariger Hund. Die isolirte Trachea wird über einem eingelegten Glaskolben mit einem doppelten Bande zugeschnürt.

6 Uhr 29 Minuten Beginn der Erstickung. Wiederholte fruchtlose Inspirationen.

6 » 30 » Beginn der sehr heftigen Convulsionen. Puls 32.

6 » 34 » Lähmung der Centren. Puls 144.

6 » 35 » Tod. Dauer der Erstickung = 6 Min.

Section. Lungen anämisch, nur in den hintern Theilen des Unterlappens etwas blutreicher. An der Spitze beider Lungen zahlreiche punktförmige Ecchymosen, sehr deutlich in dem blassen Gewebe markirt. An der Costalpleura und dem Pericardium sind keine solche Flecke zu sehen.

Versuch 3 am 26. April. Einem halbjährigen, langhaarigen Hunde wird eine mit einem Hahn versehene metallene Canüle in die Trachea fest eingebunden.

5 Uhr 32 Minuten Der Hahn wird zugedreht. Der Hund liegt anscheinend 2 Minuten ganz ruhig ohne zu athmen.

5 » 34 » Unruhe. Heftige convulsivische Athembewegungen mit Krämpfen der übrigen Körpermuskeln.

5 Uhr 36 Minuten Der Puls, welcher vor dem Beginn des Versuchs 72 Schläge in der Minute macht, zählt jetzt nur 44 Schläge.

5 » 39 » Tod des Thieres.
Dauer der Erstickung = 7 Minuten.

Section. Die Lungen liegen überall der Brustwand dicht an, sind von hellgelblich röthlicher Farbe und mit zahlreichen, theils röthlichen, theils bläulich-violetten punktförmigen bis linsengrossen Ecchymosen besetzt. Nach Entfernung der pleura findet man kleine geronnene Blutklümpchen, welche unter dem Mikroskop als frisch ergossenes Blut sich darstellen.

Versuch 4 am 4. Mai. Kleiner halbjähriger Pinscher. Einführung einer Glascanüle mit Hahn in die Trachea und Befestigung daselbst.

5 Uhr 42 Minuten Der Hahn wird zugedreht.

5 » 43 » Leichte Convulsionen, Harn- und Kothentleerung. Kein Athemgeräusch mit dem Sthetoskop wahrnehmbar.

5 » 44 » Das Herz, welches vor dem Beginn 52 Schläge machte, macht jetzt nur 36.

5 » 45 » Es wird Luft in den Magen gezogen mit deutlich hörbarem Geräusch.

5 » 46 » Puls 124. Tod des Thieres.
Dauer der Erstickung = 4 Minuten.

Section. Durch Eröffnung der grossen Halsvenen und der v. cara. infer. wird der grösste Theil des Blutes vor Eröffnung des Thorax entleert. Die Lungen, von blassem Aussehen, liegen vorne der Brustwand an. Die rechte Lunge an ihrem untern Umfange stellenweise durch alte Adhäsionen verwachsen. Keine Ecchymosen vorhanden.

Versuch 5 am 21. Mai. Einem $^3/_4$jährigen, kleinen kurzhaarigen Hunde wird in die Trachea dieselbe Glascanüle eingebunden.

5 Uhr 34 Minuten Der Hahn wird zugedreht.

5 » 35 » Es beginnen sehr heftige Exspirationskrämpfe.

5 » 37 » Puls (vor dem Beginn des Versuchs 56 Schläge) macht jetzt 32.

5 » 40 » Zuckende fruchtlose Einathmungsbewegungen. Puls 24 in der Minute.

5 » 42 » Puls 68. Pupillen ad maxim. erweitert.

5 » 43 » Tod.

Dauer der Erstickung = 9 Minuten.

Section. Es wird durch Anstechen der vv. subclav. und cav. infer. vor Eröffnung des Thorax der Körper zum grossen Theile ausgeblutet. Auf beiden Lungen finden sich punktförmige bis hirsekorngrosse Ecchymosen in mässiger Menge, besonders deutlich in den Incisuren zwischen den Lappen. Nach Entfernung der pleura findet man flüssiges Blut in Tröpfchen, welche der Lungensubstanz frei aufliegen und nicht in die Tiefe dringen. Am Pericardium und der pleur. costal. sind Ecchymosen nicht zu finden.

Versuch 6 am 8. Juni. Halbjähriger, brauner Jagdhund. Eine spitzwinklig gebogene lange Glasröhre wird in die Luftröhre eingebunden.

6 Uhr 13 Minuten Das freie Ende der Röhre wird in ein Gefäss mit Wasser getaucht. Respirationsstillstand von 1 Minute Dauer.

6 » 14 » Heftige Athemkrämpfe. Die in der Röhre auf und niedersteigende Flüssig-

keit verwandelt sich in weissen Gischt, welcher sich nach kurzer Zeit röthlich färbt.

6 Uhr 17 Minuten Herzschlag (vor dem Beginn des Versuchs 66) jetzt 44 in der Minute.

6 » 20 » Tod.

Dauer der Erstickung = 7 Minuten.

Section. Lungen nicht aufgeblasen. Die untern Lappen zeigen hinten eine blaurothe Farbe, sind fest und derbe anzufühlen. An den obern und mittlern Lappen unzählige, theils einzeln-stehende punktförmige, theils streifenförmige, theils mehr flächenhafte Blutaustretungen. Diese dringen beim Durchschneiden tiefer in das Lungengewebe ein. Es ergiesst sich dabei ein äusserst feinblasiger, theils röthlich gefärbter Schaum über die Schnittfläche.

Versuch 7 am 5. Juli. Junger grauhaariger Pudel. Dieselbe Canüle wie im vorigen Versuch, wird dem Thier in die Luftröhre eingebunden. Herzschlag vor Beginn des Versuchs 52.

6 Uhr 7 Minuten Die Canüle wird in's Wasser getaucht. Sofortiger Beginn der äusserst heftigen Convulsionen, sowie das Wasser in die Luftröhre dringt.

6 » 9 » Puls 36 Schläge. Der weisse Gischt in der Röhre nimmt eine röthliche Färbung an.

6 » 11 » Tod.

Dauer der Erstickung = 4 Minuten.

Section. Lungen voluminös, vorne von hellgelber, hinten von blaurother Färbung. Das Gewebe schwammig, nur in den hintern Partien fest und derbe anzufühlen (Atelectase), ebendaselbst starke blutige Suffusionen, vorne

zahlreiche punktförmige Ecchymosen. Bei Einschnitten fliesst reichlich röthlich gefärbter, feinblasiger Schaum aus.

Die beiden folgenden Versuche wurden gemacht, um Erstickung durch Druck auf Brust und Bauch darzustellen und den Einfluss desselben auf Entstehung von Ecchymosen zu beobachten.

Versuch 8 am 31. Juli. Kleine schwarzbraune Hündin.

5 Uhr 33 Minuten Dem Thier wird mit einer elastischen Binde, wie sie von Esmarch zur blutlosen Operation verwandt wird, Brust und Bauch fest umschnürt, so dass keine merkbaren Athembewegungen entstehen. Schwache Convulsionen mit Abgang von Urin und Koth.

5 » 36 » Pupillen erweitern sich.

5 » 39 » Einzelne schnappende oberflächliche Inspirationen zeigen sich in Zwischenräumen von 10—12 Secunden.

5 » 41 » Tod des Thieres

Dauer der Erstickung = 8 Minuten.

Section. Lungen wenig ausgedehnt, ziemlich weit nach hinten zurückgelagert, von blass gelblicher Färbung, Ecchymosen sind weder an der pleur. pulmon., noch costal., noch am pericard. zu finden.

Versuch 9 am 2. August. Eine kleine langhaarige $^3/_4$ jährige Hündin wird in derselben Weise wie die vorige, mit einer elastischen Binde fest eingewickelt. Das Thier liegt während der ganzen Dauer der Erstickung bis zum Tode vollkommen ruhig da, von Athembewegungen nichts zu bemerken. Nur einzelne Schluckbewegungen werden wahrgenommen.

Dauer der Erstickung = 5 Minuten.

Section. Lungen blass und zusammengefallen. Keine Ecchymosen zu finden.

Um in ähnlicher Weise durch Paralysirung der Athemmuskeln eine Erstickung zu erzeugen, wird der folgende Versuch angestellt.

Versuch 10 am 2. August. Einem gelben langhaarigen Pinscher werden um 6 Uhr 13 Minuten 5 milligr. Curare in die linke ven. jugular injicirt. Die Athmung wird ein wenig frequenter und es entstehen einige Schluckbewegungen. Das Thier beruhigt sich aber allmälig wieder und liegt ruhig athmend da. Die Dosis des Gifts ist zu gering gewesen. Deshalb werden

6 Uhr 22 Minuten 15 milligr. desselben Gifts in die rechte ven. jugul. gespritzt.

6 » 23 » Die Muskulatur völlig gelähmt. Athmung steht still.

6 » 25 » Herschlag 52 in der Minute.

6 » 28 » Puls hebt sich auf 84. Einige schnappende Inspirationen treten auf. Das Thier scheint sich noch einmal erholen zu wollen. Während der Vorbereitung zu einer dritten Injection erfolgt dann aber um

6 » 31 » plötzlich der Tod.

Dauer der Erstickung = 9 Minuten.

Section. Lungen blassgelb, zusammengefallen, Blutgehalt gering. Keine Ecchymosen an den serösen Häuten.

Versuch 11 am 4. Januar 1879. Einjährige, gelbe Teckelhündin von 5 Kilo Gewicht. Der Puls zeigt vor dem Beginn des Versuchs 180 Schläge. Zunächst werden aus der arter carotis 150 Ccm. Blut entzogen; darauf die

Canüle in die Trachea gebunden. Puls nach der Blutentziehung 140, kleiner Respiration 24 in der Minute.

2 Uhr 10 Minuten Der Hahn der Canüle wird zugedreht.

2 » 12 » Beginn der sehr heftigen Convulsionen Puls 48.

2 » 15 » Kurze oberflächliche Inspirationen, dann Athmungsstillstand.

2 » 17 » Puls 32 in der Minute. Tod des Thieres. Dauer der Erstickung = 7 Minuten.

Section. Anämie der Lungen. Keine Ecchymosen.

Versuch 12 am 19. Januar. Einjähriger, schwarzer, langhaariger, kleiner Bastard zeigt vor Beginn des Versuchs 15 Athemzüge und 124 unregelmässige Herzschläge in der Minute. Es wird die Glascanüle in die Luftröhre gebunden.

11 Uhr 45 Minuten Der Hahn der Canüle wird um 45^0 zugedreht, so dass nur eine kleine Oeffnung für den Luftdurchtritt verbleibt. 12 tiefe erschwerte Respirationen in der Minute.

11 » 56 » 10 erschwerte Respirationen. Das Thier wird unruhig, zuckt hin und wieder mit den Beinen. Die Exspiration nimmt einen krampfhaften stossenden Character an. Puls 80, unregelmässig.

12 » 3 » Pupillen weiter geworden.

12 » 15 » 16 Respirationen. Puls 88, sehr unregelmässig.

12 » 23 » Der Hahn wird noch etwas weiter zugedreht, so dass die Oeffnung in demselben nur eine feine Haarborste

durchlassen kann. Gleich darauf grosse Unruhe. Urinentleerung.

12 Uhr 30 Minuten 14 sehr oberflächliche Respirationen. Zeitweilig steht die Athmung für einige Secunden ganz still.

12 » 35 » Athemstillstand von 2 Minuten Dauer Dann einige ganz flache Respirationen. Unempfindlichkeit der cornea. Pupillen sehr weit. Puls 44 p. m. sehr unregelmässig.

12 » 40 » Beginn der terminalen zuckenden Inspirationen. Puls 100, sehr klein.

12 » 45 » Tod des Thieres.
Dauer der Erstickung 1 Stunde.

Section. Lungen zurückgezogen, vielfache sehr deutliche Ecchymosen an der pleur. pulmonal. nicht an der costal. oder dem pericard.

Versuch 13 am 25. April. Einem zweijährigen, mittelgrossen, sehr kräftigen weissen Schäferhunde wird die Tracheotomie gemacht und durch eine gebogene Glasröhre die Trachea mit dem Blasebalg zur Einleitung der künstlichen Athmung in Verbindung gesetzt. Die Zahl der Athemzüge beträgt vor der Operation 17 in der Minute. Dann werden um

4 Uhr 45 Minuten in die linke Jugularvene 0,02 Curare eingespritzt.

Der Zweck des Versuchs bestand darin, durch allmählige Verminderung des zugeführten Sauerstoffsquantums eine langsame Erstickung herbeizuführen.

4 Uhr 48 Minuten Die willkürlichen Muskeln sind gelähmt. Das Thier ganz ruhig. Beginn der künstlichen Respiration mit 8 Einblasungen in der Minute.

5 Uhr — Minuten Alle 15 Secunden eine Einblasung (4 in der Minute.)

5 » 5 » Das Thier beginnt unruhig zu werden, hin und wieder leichte Zuckungen in der Oberbauchgegend, anscheinend vom Zwergfell ausgehend. Deshalb um

5 » 10 » fernere 0,005 Curare injicirt.

5 » 12 » Das Thier wieder ruhig. Eine Einblasung alle 15 Secunden.

5 » 30 » Herzschlag sehr kräftig, aber unregelmässig, bisweilen aussetzend, 70 Schläge in der Minute.

5 » 45 » Das Thier zeigt wieder etwas Unruhe und leichte Zuckungen in der reg. epigastric. Noch einmal 0,005 Curare injicirt. Eine Einblasung alle 30 Secunden (2 in der Minute.)

5 » 50 » Das Thier wieder ganz ruhig, macht auch, obgleich losgebunden, keine Spur von Bewegung. Beträchtlicher Speichelfluss.

6 » 18 » Nur alle 60 Sec. eine Einblasung. Herzbewegung sehr unregelmässig 44 in der Minute, aus zwei rasch auf einander folgende Stössen bestehend.

6 » 25 » Die Einblasungen ganz eingestellt.

6 » 30 » Stillstand des Herzens.

Dauer der Erstickung = 1 Stunde 45 Minuten.

Section. Lungen von hellgelblicher Farbe. Blutgehalt nicht sehr reichlich. An der rechten Lunge und zwar an der dem Zwergfell zugewandten Fläche, sowie in den vordern Partien der oberen Lappen eine Anzahl deutlich ausgeprägter Ecchymosen von Stecknadelknopf-

bis Linsengrösse, ausserdem ein etwas grösserer Bluterguss. Beim Abheben der pleura tritt ein Tröpfchen ganz flüssigen Blutes hervor, das darunter liegende Lungengewebe ganz unverändert. Linke Lunge, pleur. cost. und pericard. frei.

Versuch 14 am 26. April. Kleines glatthaariges, $^3/_4$ jähriges Hündchen weiblichen Geschlechts zeigt, nachdem es in derselben Weise wie das vorhergehende, vorbereitet ist, 16 Athemzüge und 144 Pulsschläge in der Minute.

4 Uhr 35 Minuten. Injection von 0,02 Curare in die Jugularvene. Sofort eine Einblasung alle 10 Secunden (6 in der Minute.) Thier ganz ruhig.

5 Uhr — Minuten Puls 124.

5 » 5 » Alle 15 Secunden eine Einblasung. (4 in der Minute.

5 » 35 » Alle 30 Secunden eine Einblasung. Puls 104, kräftig, aber unregelmässig. Starke Speichelabsonderung.

5 » 55 » Eine Einblasung in der Minute. Das Herz macht in der ersten Viertelminute nach der Inspiration 15 Schläge, in der letzten Viertelminute vor der neuen Einblasung 11 Schläge.

6 » 12 » Die Einblasungen werden ganz eingestellt.

6 » 25 » Herzstillstand.

Dauer der Erstickung = 1 Stunde 50 Minuten.

Section. Lungen von blassgelbgrauer Farbe. An beiden Lungen eine beträchtliche Anzahl stecknadelkopf- bis linsengrosser zum Theil noch etwas grösserer, aber durchweg punktförmiger Ecchymosen von bläulich violetter Färbung. Die grössten

Anhäufungen finden sich an der dem Zwergfell aufliegenden Lungenbasis, während einzelne sich auch an den obern Lappen, sowie in den Incisuren finden. Sie treten beim Aufblasen der Lungen besonders schön und deutlich hervor. Ihr Sitz ist ausgesprochen subpleural; nach vorsichtiger Abhebung der pleura präsentirt sich ein Tröpfchen flüssigen, dunklen Blutes, welches durch Wasser sich leicht entfernen lässt und darunter das durchaus intacte Lungengewebe zeigt. Pleur. costal. und diaphragmat., sowie das pericard frei.

Um den Einfluss, welchen Störungen in der Function des Gefässnervencentrums auf die Entstehung der Ecchymosen bei der Erstickung ausüben, zu beobachten, habe ich schliesslich noch folgenden Versuch angestellt.

Versuch 15 am 26. August. Einem grossen weissen Pudel werden 5 grm. Chloralhydrat direct in die linke v. jugul. eingespritzt. Als nach Verlauf von 15 Minuten tiefe Narcose eingetreten ist, so dass das Thier durch starke Geräusche, durch Erschütterungen des Tisches nicht erwacht, sondern mit tiefen, schnarchenden Athemzügen ruhig daliegt, wird die Tracheotomie gemacht, eine Glascanüle eingebunden, an deren freiem Ende sich ein kurzer Kautschuckschlauch befindet.

5 Uhr 35 Minuten Auf den Schlauch wird eine mit Schraube versehene Klemme aufgesetzt.

5 » 37 » Die Klemme wird soweit zugeschraubt, dass nur eine feine Spalte im Schlauch für den Durchtritt der Luft übrig bleibt. 5 etwas erschwerte Athemzüge in der Viertelminute. Puls 168 in der Minute.

5 » 45 » Die Schraube so weit zugedreht, dass kaum Luft durchtreten kann. Sehr bald wird die Pupille colossal erweitert, die

aus dem Maule hängende Zunge nimmt eine dunkelblaue Färbung an. Krampfhafte In- und Exspiration. Puls 48 Schläge. Dies alles geschieht, während das Thier sich in völliger Narkose befindet.

5 Uhr 50 Minuten Das Thier hebt und senkt mehrmals den Kopf, während der Thorax ganz still steht.

6 » — » Tod des Thieres.

Dauer der Erstickung = 23 Minuten.

Section. Die linke Lunge stellenweise mit der Brustwand verwachsen. Im untern Lappen eine nussgrosse verdichtete Partie von bläulich-rother, theils gelblicher Färbung. Beim Aufschneiden zeigt sich eine Höhle mit gelatinösem Inhalt, wie eine Cyste aussehend. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt nicht die characteristische schichtweise Anordnung, wie sie die Wandungen eines Echinococcussackes zeigen. An andern Stellen der Lungen finden sich noch weitere blauröthlich gefärbte Infiltrate, welche aufgeschnitten, vermehrten Blutgehalt zeigen. Kleinere bläuliche Flecke finden sich noch zerstreut an der Lunge. Nach Abtrennung der pleura findet sich darunter kein frisch ergossenes Blut. Rechte Lunge frei von Ecchymosen. Auch die übrigen Organe der Brusthöhle weisen keine frischen Extravasate auf.

Wir ersehen aus diesen Versuchen, dass unter 15 Fällen 8 mal Ecchymosen, 7 mal keine Ecchymosen gefunden wurden. Mit Rücksicht auf die Dauer des Erstickungsprocesses finden wir folgende Zahlen, welche hier zusammengestellt werden mögen.

Nr. d. Versuches	Dauer d. Erstickung	Befund.
4	4 Minuten	Keine Ecchymosen
7	4 »	Ecchymosen
9	5 »	Keine Ecchymosen
2	6 »	Ecchymosen
3	7 »	»
6	7 »	»
11	7 »	Keine Ecchymosen
8	8 »	»
5	9 »	Ecchymosen
10	9 »	Keine Ecchymosen
1	14 »	»
15	23 »	»
12	60 Minuten	Ecchymosen
13	105 »	»
14	110 »	»

Wir können hier zwei wesentlich verschiedene Gruppen unterscheiden, zu deren ersten wir diejenigen Fälle (12) rechnen, bei denen der ganze Process unter vollständigem Luftabschlusse in mehr weniger kurzer Zeit abläuft, zu deren andern aber jene (3) [1]) gehören, wo unter langsamer allmäliger Entziehung der Luft eine bis zwei Stunden vom Beginne der Erstickung bis zum Herzstillstand vergehen. Bei den ersten finden wir die Ecchymosen entwickelt in 5 Fällen (41,6%) nicht vorhanden, dagegen in 7 Fällen (58,3%); bei der andern Gruppe dagegen beobachten wir die Ecchymosen in 3 Fällen 3 mal (100%). Aus diesem auffallenden Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens dürfen

[1]) Es wäre mir sehr erwünscht gewesen, die Versuche in dieser Richtung noch fortsetzen zu können. Aber die Schwierigkeit, passende Versuchsthiere zu erlangen, zwang mich, mit dem Erreichten mich zu begnügen, falls ich nicht die Beendigung der Arbeit allzuweit hinausschieben wollte.

wir den Schluss ziehen, dass, je länger die Zeit dauert, während welcher die Kohlensäure Gelegenheit hat, ihren giftigen Einfluss auf den Organismus auszuüben, je länger die Periode ist (2. Stadium nach Högyes) wo durch dieselbe die Centren in der medull. oblong. gereizt werden, wo namentlich die Gefässnerven vom Centrum aus sich in einem erregten Zustande befinden, welcher sich durch Erhöhung des Blutdrucks und Steigerung desselben bis zur Gefässzerreissung kennzeichnet, mit desto grösserer Sicherheit dürfen wir auf das Auftreten von Ecchymosen rechnen[1]) Wenn dagegen das Stadium der Reizung rasch durchlaufen wird oder gar gleich von vorneherein Lähmung der centralen Theile ohne voraufgegangene Reizung eintritt, so werden wir im Allgemeinen seltener Ecchymosen erwarten dürfen. Mit Beziehung auf den letztgenannten Umstand führe ich den 1. und den 15. Versuch an; auch der 10. Versuch dürfte hierher zu rechnen sein. In dem Versuch 1 war dem Thiere zunächst der Hals mit einem Stricke fest zugeschnürt, aber selbst nachdem noch ein Knebel untergeschoben, gelang es nicht, die Luft völlig abzuschliessen und es wurde dasselbe daher aufgehängt, wobei durch das Körpergewicht das strangulirende Band rings um den Hals (auch hinten im Nacken) fest zusammengezogen wurde. Ich erkläre mir das Nichtauftreten von Ecchymosen in diesem Falle entweder dadurch, dass durch die heftigen Anstrengungen des frei hängenden Thieres, sich aus seiner

[1]) Bestätigt wird diese Anschauung durch eine Beobachtung, welche ich kürzlich in der gerichtsärztlichen Praxis zu machen Gelegenheit hatte. Ein neugebornes Kind war ausgesetzt gefunden worden (bei warmer Witterung), starb aber nach einigen Stunden. Nähere Ermittelungen ergaben, dass das Kind vom Momente der Geburt an bis zu dem Augenblicke der Auffindung (im Ganzen ca. 30 Stunden) sich beständig mit wenn auch nur leicht verhüllten Respirationsöffnungen befunden. Bei der Obduction wurden neben andern Symptomen der Erstickung äusserst zahlreiche Ecchymosen gefunden.

festen Umschnürung zu befreien, eine Subluxation des proc. odontoid. epistroph. (wie es z. B. bei Justificationen durch den Strang von Franzosen beobachtet worden ist) herbeigeführt wurde, durch welche eine rasche Paralyse der hier gelegenen wichtigen Theile, ohne voraufgegangene Reizung entstand. Oder es könnte mir eine Annahme als zulässig erscheinen von welcher Bert (s. Falk, z. experimentell. Pathologie des X. Gehirnnerven, Archiv für experimentell. Pathologie Band VII S. 187) Mittheilung macht, welcher den baldigen Tod durch Zerdrücken der Luftröhre, ohne vorherige Durchschneidung des n. vagi bewirkte und denselben als Paralyse des »noeudvital« in Folge einer von den Laryngealnerven centripetal fortgeleiteten Erregung erklärte. Im 15. Versuche habe ich langsame Erstickung nach voraufgegangener Einverleibung von Chloralhydrat bewirkt. Wir können diesen Versuch als einen besonders die Wichtigkeit des vasomotorischen Centrums in Bezug auf Entstehung von Ecchymosen beweisenden ansehen. Die Dauer der Erstickung betrug hier 23 Minuten; wir müssen sie daher jedenfalls als eine langsamer bewirkte auffassen; die allmälige Ansammlung der CO_2 im Blute hätte hier also das vasomotorische Centrum in genügend lange dauernde Reizung versetzen müssen, um Ecchymosen zu Stande kommen zu lassen. Eine bedeutende Dosis Chloral hatte aber von vorneherein das vasomotorische Centrum gelähmt[1]), auch die notirten kramfphaften In- und Exspirationen (s. weiter unten) konnten hier keinen Einfluss mehr ausüben. Der Befund der einen Lunge zeigt uns hier alte chronische Processe, von frischen Blutextravasaten war hier nichts

[1]) Vergleiche Heidenhain in Pflüger's Archiv Band IV, S. 551 ff., Herrmann, Experimentelle Toxicologie, Owsjannikow in den Sitzungsberichten der Sächs. Academie der Wissenschaft. 1871 u. A.

zu finden. Die andere Lunge, sowie die übrigen Organe der Brusthöhle zeigten sich ebenfalls frei.

In dem Versuche 10 wurden im Ganzen 20 milligr. Curare direct ins Blut gebracht. Es stellt sich dieser Tod allerdings, wenn nicht regelmässig künstliche Athmung eingeleitet wird, als Erstickungstod dar; es ist aber das Bild hier ein so wesentlich anderes, wie in sonstigen Fällen. Vor allen Dingen fehlen hier die Convulsionen, der Process des Erstickens verläuft in einer zu kurzen Zeit, als dass Ecchymosen entstehen könnten, endlich ist ebenso wie bei den Endigungen der motorischen Nerven in den Muskeln bei etwas grösserer Gabe, wenn nicht künstliche Athmung unterhalten wird, auch eine Lähmung des vasomotorischen Centrums mit Erweiterung der Gefässe und Sinken des Blutdrucks vorhanden [1]), dass uns das Fehlen der Ecchymosen nicht Wunder nehmen darf. Anders verhält sich die Sache in den Versuchen 13 und 14. Hier wurde durch Einleitung der künstlichen Respiration das Leben unterhalten, nur durch allmälige Anhäufung der Kohlensäure im Blute wurde ein Erstickungsprocess hergestellt, bei dem sich durch die längere Dauer der Reizung der erwähnte Einfluss auf die Gehirncentren geltend machte.

Wir stellen uns also den Vorgang bei der Erstickung mit Beziehung auf das Auftreten von Ecchymosen folgendermassen vor: Dadurch, dass die Kohlensäure an ihrem Austritt aus dem Körper gehindert wird, häuft sich die letztere im Blute an. In einem gewissen Stadium der Erstickung werden durch dieselben die lebenswichtigen Centren im Gehirne gereizt [1]); die Erregung des Vagusursprungs, zeigt sich als Verlangsamung des Pulsschlages,

[1]) v. Boeck, in Ziemssen's Handbuch, Band XV S. 514.

[2]) Vergl. Rosenthal, Studien über Athembewegungen. Reicher's Archiv für Anatomie und Physiologie Jahrgang 1865.

die des vasomotorischen Centrums als Verengerung der Blutgefässe mit bedeutender Steigerung des Seitendrucks und Zerreissung kleiner Gefässe mit Extravasation. Je länger dieses Stadium dauert, ehe die darauf folgende Lähmung eintritt, desto leichter werden solche Blutaustretungen erfolgen. —

Indessen auch bei denjenigen Erstickungen, wo der Process schneller verläuft, werden Ecchymosen ab und zu, wenn auch seltener, gefunden und wir müssen noch nach andern Ursachen forschen, welche uns zu einer Erklärung dieser Erscheinung verhelfen. Sehen wir uns unsre Versuche, mit Ausschluss der schon besprochenen (Nr. 1, 10, 12, 13, 14, 15) bei denen wir das Auftreten, resp. das Nichtauftreten der Ecchymosen zu motiviren versucht haben, mit Bezug auf die die Erstickung begleitenden Erscheinungen an und stellen sie der Uebersichtlichkeit wegen in einer zweiten Tabelle zusammen, so finden wir:

Nr. des Versuches	Art und Dauer der Erstickung	Begleit. Ersch.	Befund.
2	Trachealverschluss 6 Min.	Sehr heftige allgem. Convulsionen.	Ecchymosen.
3	Trachealverschluss 7 Min.	Heftige allgem. Convulsionen.	»
4	Trachealverschluss 4 Min.	Leichte Convuls.	Keine Ecchymos.
5	Trachealverschluss 9 Min.	Heftige Exspiratkrämpfe.	Ecchymosen.
6	Aspirat. v. Wasser 7 Min.	Heftige Athemkr.	»
7	Aspirat. v. Wasser 4 Min.	Sofortiger Beginn starker Convulsionen sowie das Wasser in die Luftröhre dringt.	»
8	Druck auf Brust und Bauch 8 Min.	Fast keine Athembew. Leichte Convuls.	Keine Ecchymos.

Nr. des Versuch.	Art und Dauer der Erstickung.	Begleit. Ersch.	Befund.
9	Druck auf Brust und Bauch 5 Min.	Thier während der ganzen Zeit ruhig daliegend.	Keine Ecchymos.
11	Trachealverschluss nach voraufgegangener Blutentziehung 7 Min.	Heftige Convuls.	»

Krämpfe der Athemmuskeln nicht allein, sondern auch der übrigen gesammten Körpermuskulatur, namentlich der Extremitäten, gehören zu den Erscheinungen, welche sich bei den meisten Erstickungen einzustellen pflegen. Die Entstehungsursache derselben findet sich ebenfalls in der Anhäufung von Kohlensäure, welche, neben den andern Gehirntheilen auch das sogenannte Krampfcentrum in Erregung versetzt; jedenfalls spielt hierbei die Entziehung des Sauerstoffs, nach den bekannten Versuchen von Kussmaul und Tenner (Rosenthal l. c.) ebenfalls eine bedeutende Rolle. Durch diese krampfhaften Muskelcontractionen muss nothwendigerweise ein grosser Theil peripherisch gelegener Blutgefässe verengert und dadurch der Seitendruck auch in den übrigen Gefässen, namentlich der innern Organe, erheblich gesteigert werden. Unsere Versuche ergeben in dieser Beziehung eine ausserordentliche Uebereinstimmung. Wir finden überall da, wo heftige Convulsionen zugegen waren, bei der Section subpleurale Ecchymosen vor. Nur in einem Falle (Vers. 11.) gelang es nicht, Ecchymosen aufzufinden, trotz heftiger Krämpfe; hier war aber dem Thiere vor der Erstickung eine Blutentziehung von 150 CCm. gemacht worden. In Folge dessen war eine derartige Erniedrigung des Blutdrucks eingetreten, dass trotz heftiger Convulsionen in der relativ kurzen Zeit von 7 Minuten der

Druck nicht soweit wieder gesteigert werden konnte, dass es zur Zerreissung und Extravasation kommen konnte. Es ist dies eine Beobachtung, die bereits früher von französischen Autoren gemacht wurde. Sehr deutlich war der Einfluss der mangelnden Krampfbewegungen in den Fällen 8 und 9 zu beobachten. Die Thiere namentlich Nr. 9, verhielten sich während der ganzen Dauer des Erstickungsvorganges auffallend ruhig. Daher fehlten auch hier die Ecchymosen vollständig. Eine besondere Erwähnung verdienen ausserdem die Fälle 6 und 7. Man nimmt im Allgemeinen an, dass beim Ertrinkungstode das Auftreten von Ecchymosen nicht grade zu den häufigen Vorkommnissen gerechnet werden kann. Die Gründe hierfür liegen nach Falk (l. c.) theils darin, dass beim Ertrinken, namentlich wenn die Individuen anhaltend unter Wasser bleiben, der Process der Erstickung viel zu schnell abläuft, als dass eine so lang dauernde Reizung des vasomotorischen Centrums, wie sie zur Erzeugung von Ecchymosen nothwendig ist, zu Stande kommen könnte, theils darin, dass Convulsionen bei dieser Todesart meistens nicht vorzukommen pflegen. In den beiden von mir angestellten Versuchen war das erst erwähnte Moment ausgeschlossen. Der Process verlief eben sehr schnell (in 4 resp. 7 Minuten); das Wesentliche hier waren aber die grade in diesen beiden Fällen ausserordentlich heftigen Convulsionen, durch deren Auftreten die Ecchymosen erzeugt wurden. Ich erwähne hierbei noch, dass, wenn die Individuen mit ihrer ganzen Körperoberfläche sehr rasch namentlich in kaltes Wasser gerathen und darunter verbleiben, der Reflex von Seiten der Haut auf das Centralnervensystem, sehr bald eine Lähmung desselben herbeiführt, welche das Auftreten von Ecchymosen verhindert. Die Bedingungen fanden in meinen Versuchen nicht statt.

Wir haben gesehen, dass die Steigerung des Blutdrucks bei der Erstickung in erster Linie eine Folge ist der Reizung, welche das vasomotorische Centrum durch die Anhäufung der Kohlensäure im Blute erfährt.

Je länger diese Reizung dauert, mit andern Worten, je langsamer und allmäliger der Process der Erstickung verläuft, desto eher ist Gelegenheit gegeben, dass die Druckerhöhung bis zur Gefässzerreissung sich steigert. In denjenigen Fällen aber, wo der ganze Process schnell abläuft und wo doch Ecchymosen gefunden werden, müssen wir noch ein anderes Moment zur Hülfe nehmen und ich sehe dies nur in den Convulsionen gegeben.[1]) Dass aber die Convulsionen nicht in dem Sinne Krahmer's d. h. durch Ansaugung von Blut gegen die Peripherie der Lungen wegen des im Thoraxraume herrschenden negativen Luftdrucks, die Bildung von subpleuralen Ecchymosen begünstigen, dafür liefern die Versuche 13 und 14 den schlagendsten Beweis. Hier ist die Muskelthätigkeit durch Injection von Curare vollständig gelähmt; während der ganzen Dauer der Erstickung, welche dadurch bewirkt wird, dass den Thieren eine völlig ungenügende Menge Sauerstoff zur Unterhaltung der Respiration zugeführt und allmälige Ueberladung des Blutes mit CO_2 erzeugt wird, zeigt sich nicht eine Spur von Muskelaction; geschweige denn finden sich krampfhafte Athembewegungen ein, welche den Ueberschuss an Kohlensäure zu eliminiren strebten und doch findet sich ausgeprägte periphere Ecchymosirung der Lungen[2]). Sie

[1]) Vergl. Thiry, Medicin. Centralblatt 1864.

[2]) Dass übrigens die tiefen Inspirationen ein bedeutungsvolles Moment für die Entwickelung der in Frage stehenden Processe mit abgeben, will ich durchaus nicht läugnen. Zu Folge der Verdünnung der Alveolarwand, welche auf diese Weise entsteht, werden die Lungengefässe einer Stütze beraubt, und es lässt sich auf diese Weise das häufigere Vorkommen der Ecchymosen an den Lungen, besonders an ihrer Peripherie sehr gut erklären, während ausserdem die durch tiefe Athemzüge bewirkte grössere Blutfülle in den Lungen die Gelegenheit zur Rhexis der Capillargefässe vermehren hilft.

kann nur dadurch entstanden sein, dass durch die Anhäufung von Kohlensäure im Blute das vasomotorische Centrum längere Zeit hindurch in Reizung versetzt, die Arterien verengt, der Blutdruck bis zur Gefässzerreissung gesteigert ist.

Es würde unvorsichtig sein, auf Grund so weniger Versuche, wie die vorliegenden, ein definitives Urtheil abzugeben. Das Ergebniss aus denselben lässt sich aber, meiner Auffassung nach, dahin zusammenfassen:

Die subpleuralen Ecchymosen sind das Resultat einer in Folge des erhöhten Blutdrucks entstandenen Gefässzerreissung.

Die Erhöhung des Blutdruckes ist in erster Linie die Folge einer Reizung des vasomotorischen Centrums, welche sich durch Verengerung der arteriellen Blutgefässe kundgiebt.

In allen Fällen, wo diese Reizung eine genügend lange Zeit dauert, ehe sie in Lähmung übergeht, also bei langsamer und allmäliger Unterbrechung der Respiration, darf man mit fast positiver Gewissheit Ecchymosen zu finden erwarten. Wird dagegen durch directe heftige Einwirkung auf dieses Centrum dasselbe sofort gelähmt, wie z. B. bei der Strangulation mit völliger Umschnürung des strangulirenden Werkzeuges oder bei der Einwirkung gewisser Gifte, werden dieselben kaum entstehen können (Vgl. die Versuche 1 und 15.)

In denjenigen Fällen dagegen, wo die Erstickung rasch verläuft und doch Ecchymosen gefunden werden, kann ich auf Grund meiner Versuche wenigstens nur die Meinung aussprechen, dass das Auftreten von Convulsionen erheblichen Grades nicht in dem Sinne Krahmer's eine Aspiration von Blut gegen die Peripherie des Thorax veranlasst, sondern dass die Erhöhung des Druckes durch Verengerung peripher gelegener Blutgefässe zur Gefässzerreissung in inneren

Organen disponirt, das Fehlen oder ein geringerer Grad desselben dagegen bei raschem Erstickungsverlaufe, die Ecchymosen weniger leicht zu Stande kommen lässt.

Dem Herrn Professor Falck, sowie Herrn cand. Landwehr unterlasse ich nicht, für die mir gütigst gewährte Unterstützung mit Rath und That meinen besten Dank zu sagen.

Anhang.

Um die Anschauung, welche ich in Betreff des Versuchs Nr. 15 ausgesprochen, noch einer weiteren experimentellen Prüfung zu unterziehen, habe ich nachträglich noch 3 Versuche gemacht, deren Ergebniss ich hier folgen lasse.

Versuch 16 am 26. Februar 1880. Einer kleinen zweijährigen Hündin unbestimmter Race werden um 4 Uhr 20 Min., ebenso wie in dem voraufgegangenen Versuche 5 gr. Chloralhydrat direct in die linke ven. jugular. injicirt.[1]) In demselben Momente, wo die 5 CC. Flüssigkeit (in so viel Wasser waren die Krystalle gelöst) haltende Spritze entleert ist, macht das Thier eine Schluckbewegung und ist todt, ohne dass irgend andere Erscheinungen aufgetreten wären.

Die Section ergiebt diastolischen Zustand des ganzen Herzens; beide Kammern gleichmässig durch eine bedeutende Menge hellrothen, flüssigen Blutes ausgedehnt. An den Lungen finden sich mehrere, deutlich ausgesprochene subpleurale Ecchymosen von hellpurpurrother Farbe.

[1]) Herrmann, Experiment. Toxicologie, giebt an, dass für Hunde zum Schlafen 6,0 erforderlich sind. Allerdings ist nicht angegeben, auf welche Weise hnen dasselbe beigebracht werden soll.

Versuch 17, den 1. März. Einem $^3/_4$ jährigen, sehr unruhigen, schwarzen Jagdhunde wird um 4 Uhr 20 Minuten zunächst ein Gramm Chloralhydrat subcutan injicirt.

4 Uhr 25 Minuten Ein zweites Gramm in die ven. jugular. Die Trachea eröffnet und die Glascanüle mit dem Gummischlauch eingebunden, wobei das Thier sehr ungeberdig ist. In Pausen von je 5 Minuten wird der übrige Chloralvorrath (im Ganzen 5 gr.) ins Blut gespritzt. Da nun das Thier ruhig wird und mit weiten Pupillen in einem Zustande von Betäubung daliegt, wird um

5 » — » Die Klemme auf den Schlauch gesetzt und die Schraube bis zur Erzeugung eines schmalen Spaltes im Schlauch zugedreht. Es tritt mässige Athemnoth ein. Puls 120.

5 » 10 » Die Schraube wird weiter zugedreht. Cheyne-Stokes'sches Respirationsphänomen.

5 » 15 » Die Schraube noch mehreremale umgedreht, so dass nur Raum für den Durchgang einer feinen Borste im Schlauche übrig bleibt. Heftige exspiratorische Athemkrämpfe. Puls 40 in der Minute.

5 » 20 » Die Schraube wird ganz zugedreht und so der Zutritt der Luft zu den Athemorganen vollständig abgesperrt. Herzschlag gleich darauf 60 in der Minute sehr schwach.

5 » 24 » Stillstand des Herzens.

Dauer der Erstickung = 24 Minuten.

Section. Beide Lungen sehr hyperämisch, namentlich in den hinteren Partien; auch blutige Suffusionen von dunkelblaurother Färbung, welche in dem Lungengewebe selbst befindlich sind. Einzelne kleinere Flecken ergeben bei vorsichtigem Abheben der Pleura kein freies, frisch ergossenes Blut, sondern lassen deutlich erkennen, dass wir es hier mit Residuen älterer Processe zu thun haben. (Vielleicht beim Ergreifen durch Würgen des sehr ungeberdigen Thieres entstanden.)

Versuch 18 am 2 März. Halbjährige, kleine gelbe Pinscherhündin. 5 gr. Chloralhydrat in Wasser gelöst.

4 Uhr 50 Minuten 1 gr. wird in die ven. jugul. gespritzt.

4 » 55 » Ein weiteres Gramm injicirt. Dann die Tracheotomie gemacht und die Canüle mit dem Gummischlauch in derselben Weise, wie bei dem vorigen in der Luftröhre befestigt. Das im Uebrigen ziemlich ruhige Thier liegt mit nach unten gedrehten Augen schlafend da. Puls 172 Schläge.

5 » 10 » Die Respiration steht für kurze Zeit ganz still, während das Herz fortschlägt, wird aber durch Compression von Brust und Bauch wieder in Gang gebracht. Nachdem in kurzen Zwischenräumen weiteres Chloral dem Thiere (theilweise auch subcutan) beigebracht, wird um

5 » 15 » Die Klemme auf den Schlauch gesetzt und soweit zugedreht, dass das Lumen des letzteren um die Hälfte reducirt wird.

5 » 20 » Die Schraube wird weiter zugedreht, während gleichzeitig von der mit Wasser

noch weiter verdünnten Lösung des Chlorals theils subcutan injicirt, theils in das geöffnete Maul auf die Zunge geträufelt wird. (Im Ganzen werden auch diesem Thiere successive 5 gr beigebracht.) Das Thier in festem Betäubungsschlafe.

5 Uhr 25 Minuten Cheyne-Stoke's Respirationsphänomen. Die Stricke, mit denen das Thier gefesselt ist, werden ein wenig gelöst. Geringe klonische Zuckungen der Extremitäten.

5 » 30 » Durch weiteres Umdrehen der Schraube wird das Lumen des Schlauches noch um ein beträchtliches mehr verengt.

5 » 35 » Die Schraube wird völlig zugedreht. Heftige exspiratorische Krämpfe.

5 » 45 » Das Herz, welches noch lange nach Aufhören der Respiration fortschlägt, steht still.

Dauer der Erstickung = 30 Minuten.

Section. Lungen in ihren hintern Theilen hyperämisch, vorne blass. An den Rändern deutliche, sog. Venensterne. Von frischen ecchymotischen Flecken keine Spur.

Obgleich der erste dieser 3 Versuche zu unsrer Aufgabe eigentlich nicht in Beziehung steht, insofern als hier von einer Erstickung überhaupt keine Rede war, so habe ich doch keinen Anstand genommen, denselben mit anzuführen, weil in anderer Weise das Zustandekommen der Ecchymosen durch Reizung des vasomotorischen Centrums illustrirt wird. Eine Dosis von 5,0 Chloralhydrat, welche

bei einem andern Thiere, dem es auf dieselbe Weise beigebracht war, nur Betäubung und tiefen Schlaf herbeigeführt, wirkte diesmal in der Art, dass mit Beendigung der Injection momentaner Tod, und zwar Tod durch directe Aufhebung der Herzthätigkeit eintrat, ohne dass irgend welche auffällige Symptome an dem noch lebenden Thiere hervorgetreten wären. Wir fanden das Herz in diastolischem Zustande vollständig mit flüssigem, nicht geronnenem Blute prall angefüllt und dabei an den Lungen deutliche Ecchymosenbildung wahrnehmbar. Es war hier derselbe Zustand eingetreten, als ob man das Herz ganz aus dem Kreislauf ausgeschaltet hätte (Goltz.) So musste bei der Geschwindigkeit, mit welcher dieser Zustand eintrat, eine plötzliche Anaemie, besonders der weiter vom Herzen entfernten Theile, auch des Centralnervensystems, eintreten und das vasomotorische Centrum in Form eines augenblicklichen (anaemischen) Krampfes reagiren, welcher seinerseits sich als Druckerhöhung im arteriellen Stromgebiete geltend machte.

Die andern beiden Versuche bilden lediglich eine Bestätigung des Versuches 15. Trotz längerer Dauer der Erstickung (24 resp. 30 Minuten) trotz der beidemale notirten Athemkrämpfe fanden wir bei der Section an den Lungen keine frischen Ecchymosen, weil die Thätigkeit des vasomotorischen Centrums durch Einführung von Chloralhydrat in den Kreislauf ausgeschlossen war.